

Lotta Välimäki

Työohjeiden laatiminen jätevedenpuhdistamon näytteidenottoon, laboratorioanalyysihin sekä tulosten tulkintaan

Case: Honkajoki Oy

Opinnäytetyö

Kevät 2020

SeAMK Ruoka

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Elintarviketeknologia

Tekijä: Lotta Välimäki

Työn nimi: Työohjeiden laatiminen jätevedenpuhdistamon näytteidenottoon, laboratorioanalyysihin sekä tulosten tulkintaan

Ohjaaja: Sarita Ventelä

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 32

Liitteiden lukumäärä: 5

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia työohjeistus tukemaan perehdytystä Honkajoki Oy:n jätevedenpuhdistamon jätevesinäytteenottoon ja jätevesien laboratorioanalyysille sekä validoida lietteen kiintoainemittauksen menetelmä eli MLSS-testi. Lietteiden kiintoainemittauksen validoinnissa oli tukena KVVY Tampereen laboratorio, jonka tulosten avulla vertailtiin käytettävän menetelmän luotettavuutta ja selvitettiin mahdollisia ongelmakohtia. Honkajoki Oy:n jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessi perustuu DN-prosessiin, jossa aktiiviliete on tärkeässä osassa. Tämä prosessi vaatii aktiivista jätevesinäytteiden analysointia.

Validoinnin avulla löydettiin lietteen kiintoainemittauksen menetelmästä ongelmakohtia, joihin pystyttiin puuttamaan. Validoinnin ansiosta lietteen kiintoainemittauksen tulokset saatiin luotettavimmiksi ja menetelmän toimivuutta parannettiin. Jäteveden näytteenoton ja laboratorioanalyysien työohjeita päästiin testaamaan käytännössä ja näin saatiin varmuus siitä, että ne ovat toimivat käyttötarkoitukseensa. Työstä saatiin toimiva työohjeistus Honkajoki Oy:n käyttöön. Ohjeistuksen avulla jätevesien näytteidenotto ja jätevesien laboratorioanalyysit tehdään joka kerta samalla tavalla ja niiden perehdyttäminen uudelle työntekijälle on helppoa ja sujuvaa.

Tämä opinnäytetyö sisältää viisi salaista liitettä, joiden kokonaissivumäärä on 31.

Avainsanat: jätevedenpuhdistamo, näytteenotto, työohje, denitrifikaatio, nitrifikaatio, laboratorioanalyysit

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: SeAMK Food

Degree programme: Engineer (AMK), Food Processing and Biotechnology

Specialisation: Food Technology

Author/s: Lotta Välimäki

Title of thesis: Preparation of Work Instructions for Wastewater Treatment Plant for Sampling, Laboratory Tests and Interpretation of Results.

Supervisor(s): Sarita Ventelä

Year: 2020

Number of pages: 32

Number of appendices: 5

The goal of this thesis was to create work instructions to wastewater sampling and laboratory analyses of wastewater for Honkajoki Oy and to validate the used method for measuring mixed liquor suspended solids (MLSS) of the sludge. The validation of the MLSS measurement of the sludge was supported by the KVVY Tampere laboratory. Their results were compared with the results of the MLSS measurements and could be used to find the possible problem areas of the method. Honkajoki Oy wastewater treatment plant uses a denitrification-nitrification process where activated sludge has an important role. This process requires active analysis of wastewater samples and that is why the company wanted to get work instructions for the sampling and for the laboratory analysis.

The validation was used to identify the problem areas in the MLSS measurement method. Due to the validation the results of the MLSS measuring method improved and became more reliable. The wastewater sampling and laboratory analysis work instructions were tested in practice. This thesis provided functional work instructions for the wastewater sampling and laboratory analyses for Honkajoki Oy that they can use in the familiarization of new employees. The work instructions ensure that the sampling and the laboratory analyses are done in the same way every time and that the familiarizing of new employees is fluent.

This thesis contains five secret appendices with a total number of pages of 31.

Keywords: wastewater treatment plant, sampling, work instructions, denitrification, nitrification, laboratory analyses

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Tausta	7
1.2 Honkajoki Oy:n jätevedenpuhdistamo	8
1.3 Tavoitteet	10
1.4 Työn rakenne	10
2 TEORIA	12
2.1 Aktiivilietelaitoksen DN-prosessi	12
2.2 Tulosten validointi	14
2.3 Perehdyttäminen	16
3 KOKEELLINEN OSIO	21
3.1 Perehdyttävän työohjeistuksen laadinta	21
3.2 Lietteiden kiintoainepitoisuuden mittauksen validointi.....	22
3.3 Validoinnin tulokset	24
3.4 Kesätyöntekijän perehdyttäminen	26
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	27
LÄHTEET	30
LIITTEET	32

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Lähtevän veden luparajat.....	13
Kuvio 2. Validoinnissa tutkittavat asiat.	15
Kuvio 3. Validoinnissa dokumentoitavat asiat.	16
Kuvio 4. Perehdyttäminen.....	17
Kuvio 5. Perehdytyksen eri osiot.....	19
Kuvio 6. Kiintoainepitoisuuksien vertailuprosessi.....	22
Kuvio 7. Vertailukaavio lietteen kiintoainepitoisuuksien tuloksista Honkajoki Oy:n ja KVVY Tampereen laboratorioiden välillä.	24
Kuvio 8. Tulosten vertailu validoinnin jälkeen.	25

Käytetyt termit ja lyhenteet

Aerobinen	Hapellinen
Aktiiviliete	Bakteereja ja muita mikro-organismeja sisältävä liete, joka auttaa jäteveden puhdistusprosessissa
Anaerobinen	Happipakoinen
Denitrifikaatio	Biologinen prosessi, jossa anaerobiset bakteerit hajottavat nitraatteja ja nitriittejä typpikaasuksi
DN-prosessi	Denitrifikaatio-nitrifikaatio-prosessi, jonka avulla jätevedenpuhdistamon biologinen prosessi toimii
Flotaatio	Dispersiovoittoa (paineilman ja veden sekoitus) syötetään altaaseen ja näin saadaan kiintoaine eroteltua pintaan muusta vedestä
Kokonaistyyppi	Ammoniumtyypen, nitraatin ja nitriitin yhteissumma jätevedessä
MLSS	Mixed liquor suspended solids eli ilmastusaltaassa olevan aktiivilietteen kiintoainepitoisuus.
Nitrifikaatio	Aerobinen prosessi, jossa ammoniumtyppi muuttuu nitrifikaatiobakteereiden avulla nitriitiksi ja nitraatiksi

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Honkajoki Oy:llä on oma jätevedenpuhdistamo, jossa käsitellään yrityksen toiminnasta tulevat jätevedet sekä lähiyritysten jätevedet. Jätevedestä otetaan päivittäin näytteitä ja laboratorioanalyysseja. Honkajoki Oy halusi näihin toimiin työohjeistuksen, jota voisi käyttää muun muassa perehdytyksessä. Perehdyttävä työohjeistus ei ollut käytössä ennen opinnäytetyön aloittamista. Vanha työohje oli hieman suppea ja vanhentunut. Vanha työohjeistus löytyy liitteistä 3. ja 4. Siinä oli mukana vielä aikaisemmin käytettyjä menetelmiä, joita ei enää käytetä. Toisaalta taas kaikista nykyisistä käytössä olevista analyyseista ei löytynyt ohjeistuksia. Joidenkin analyysien tekoon oli tullut muutoksia, mutta ohjeistusten muutoksia ei ollut päivitetty. Ohjeistusta ei myöskään hyödynnetty perehdyttämiseen, vaan perehdyttäminen hoidettiin manuaalisesti näyttämällä analyysien tekoa ja käymällä ne suullisesti läpi. Perehdytys analyysien tekoon ja näytteidenottoon oli hieman hidasta ja hankalaa ilman kirjallista ohjetta. Usein jouduttiin miettimään ja tarkastamaan, mistä näytteet tuli ottaa ja miten analyysit tuli tehdä.

Yritys käyttää analyysien tekoon Hach valmistajan kyvettejä, joihin on helppo lisätä näyte ja kemikaalit. Tämän jälkeen tuloksen voi lukea spektrofotometrillä. Kyvettien paketeissa on ohjeet niiden käyttöön. Nämä ohjeistukset päivittyvät välillä, joten uutta pakettia avatessa tulee tarkistaa mahdollinen uusi päivitys. Joissain Hachin kyvettipaketeissa on kaksi eri tapaa tehdä analyysi riippuen siitä, haluaako selvittää aineen kokonaismäärän vai liukenevan määrän. Analyysien tekoa aloittaessa huomattiin tämän olevan ongelmallista. Ilman ohjeistusta ei tiennyt, kumpaa tapaa tulee käyttää ja mihin ohjeistuksen kohtaan tulee siirtyä seuraavaksi.

Yrityksen apuna jätevedenpuhdistamon toiminnassa toimii hollantilainen Aqua Industrial Water treatment (nykyinen Marel), joka on toimittanut ja rakentanut tehtaan Honkajoelle. Honkajoelta lähetetään päivittäin analyysien tulokset heille ja he antavat palautetta mahdollisiin muutoksiin tai muihin toimiin. Joskus he haluavat lisäanalyysseja tai lähetyksen näytteitä heidän laboratorioonsa analysoitavaksi.

Honkajoki Oy tarvitsi ohjeet työntekijöiden perehdytystä varten. Ohjeiden avulla näytteenotossa saadaan varmuus, että näytteet otetaan oikein oikeasta paikasta ja noudatetaan työturvallisuutta. Työohjeiden avulla analyysien teko oli selkeämpää ja saatiin ohjeistus lietteen kiintoaineenmittaus menetelmälle. Työohjeiden avulla analyysientekijä osaa tehdä testit oikeassa järjestyksessä eikä testeihin mene turhaa aikaa, vaan ne saa tehtyä 1,5-2 tunnissa.

Honkajoki Oy on rakennuttanut vuonna 2018 laboratorion tehtaan alueelle jätevedenpuhdistamon analyysejä varten. Laboratoriota käyttävät myös tehtaan prosessilinjojen työntekijät omien analyysiensa tekoon. Laitteina jätevedenanalyyseihin ovat Kernin vaaka, alipainepumppu ja suodatuslaitteisto, Precisa XM 50 -kosteusanalysaattori, Dr Lange HT 200S -lämpöhaude sekä Hach DR 2800 -spektrofotometri. Tällä laitteistolla pystytään tekemään päivittäiset analyysit jätevedenpuhdistamon näytteistä ja näin varmistamaan, että jätevedenpuhdistamon prosessit toimivat kunnolla.

1.2 Honkajoki Oy:n jätevedenpuhdistamo

Honkajoki Oy on Suomen johtava eläinperäisten tuotteiden sivukäsittelijä. Yritys on perustettu vuonna 1967 ja sen omistavat Atria Oyj sekä HKScan Finland Oy. Yritys valmistaa eläinperäisistä sivutuotteista omia tuotteitaan, joita voidaan taas käyttää raaka-aineena esimerkiksi eläinten ruuissa. Honkajoella käsiteltiin vuonna 2018 yhteensä 171 542 tonnia teurasjätettä. Tehdas työllistää 113 ihmistä ja yrityksen liikevaihto on 39,2 miljoonaa euroa. Honkajoella toimii useita eri käsittelylinjoja, joiden tuotanto rasittaa jätevedenpuhdistamoa eri tavoilla. (Honkajoki Oy 2018.)

Yrityksellä on oma jätevedenpuhdistamonsa, jossa yrityksen jätevedet käsitellään. Jätevedenpuhdistamolla otetaan päivittäin näytteitä eri puhdistuksen vaiheista, jotta selviää, toimiiko prosessi vai tarvitseeko tehdä joitain muutoksia tai lisäyksiä. Prosessoitavaa vettä saapuu puhdistamolle Honkajoki Oy:n tehtaalta sekä Korpelan lihajalosteen tehtaalta. Vuonna 2018 jätevedenpuhdistamolla käsiteltiin jätevesilauhdetta 56 763 m³ ja prosessivettä 44 960 m³. Jätevedenpuhdistus toimii yhteistyössä myös Honkajoen biokaasulaitoksen Gasumin kanssa. Sinne ohjataan

puhdistamon flotaatiolietteet. Flotaatiolietettä meni Gasumille vuonna 2018 yhteensä 5004m³. (Honkajoki Oy 2018.)

Jätevedenpuhdistamo on hollantilaisen Aqua Industrial Watertreatmentin rakentama ja Honkajoki Oy toimii heidän kanssaan yhteistyössä päivittäin. Jätevedenpuhdistamon analyysien tulokset lähetetään heille ja he antavat tukea prosessia koskevissa asioissa ja säädöissä. Jätevedenpuhdistamo toimii pääosin biologisten prosessien avulla, joten on tärkeää, että olot pysyvät suotuisina prosessin tarvitsemille bakteereille.

Honkajoki Oy:n jätevedenpuhdistamo on otettu käyttöön vuoden 2014 lopulla. Jätevedenpuhdistamo koostuu esiflotaatiosta, jolla käsitellään prosessivedet. Näihin esiflotaatioon meneviin prosessivesiin kuuluu myös Lihajaloste Korpela Oy:n vedet. Ne menevät esiflotaation kautta, koska Korpelan vedessä on korkea rasvapitoisuus. Puhdistamo toimii lisäksi biologisen DN-prosessin avulla. Prosessissa sekä esikäsitelty prosessivesi että lauhdevesi johdetaan aktiivilieteprosessiin, jossa ne sekoitetaan selektorialtaassa. Selektorialtaassa sekoittamisen jälkeen vesi johdetaan aktiivilietealtaisiin. Aktiivilietealtaissa tapahtuu denitrifikaatio- ja nitrifikaatioprosessi. Tämän jälkeen vesi johdetaan jälkiflotaatioon, josta lietettä johdetaan joko takaisin prosessiin tai lietesäiliön kautta biokaasulaitos Gasumille. Jälkiflotaatiossa käytetään polymeeriä, jotta kiintoaineen erottuminen olisi mahdollisimman tehokasta.

Isoin typpikuormitus jätevedenpuhdistamoon tulee lauhdevedestä. Tämän vuoksi on tarkkailtava aktiivisesti, varsinkin kesällä, lauhdeveden kokonaistyyppiarvoa sekä ammoniumtyypiarvoa. Näin osataan arvioida, kuinka suuri kuormitus prosessiin tulee. Samalla tarkkaillaan riittääkö laitoksen kapasiteetti käsittelemään koko lauhdemäärän vai turvaudutaanko ulkopuoliseen apuun. Koko opinnäytetyön teon ajan pystyttiin käsittelemään kaikki lauhteet omalla laitoksella ja prosessi suoriutui myös vaativista kesähelteistä erittäin hyvin. Honkajoki Oy on panostanut prosessin lämpötilojen hallintaan ja happitasojen säätelyyn viime vuosien aikana ja tämä näkyy entistä toimivampana prosessina, jonka kapasiteetti kestää jäteveden ja lauhteen kuormituksen läpi koko vuoden.

1.3 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimivat perehdyttävät työohjeet jäteveden näytteenottoon sekä jätevesien laboratorioanalyysiin. Työohjeiden tulee olla helposti seurattavia ja luettavia. Niiden noudattamisen tulee olla jouhevaa ja helppoa, jotta ohjeiden tulkitsemiseen ei kulu liikaa aikaa. Laboratorioanalyysien työohjeiden avulla pystytään minimoimaan riskit niistä virheistä, jotka johtuvat epäselkeistä pakettien ohjeista. Toinen opinnäytetyön tärkeä tavoite oli validoida yrityksen laboratorion MLSS-testin tulokset, jotta voitaisiin luottaa niiden olevan totuudenmukaisia. Tähän käytettiin avuksi KVVY Tampereen laboratoriopalveluita.

1.4 Työn rakenne

Työtä aloitettiin ensin perehtymällä prosessiin ja näytteenottoon sekä analyysiin. Näytteitä otettiin ja analysoitiin noin kuukauden ajan. Näin voitiin todeta, mitä parannettavaa käytetyissä tavoissa ja menetelmissä oli ja minkälaisia ohjeita tarvittiin alussa. Työohjeiden työstäminen aloitettiin perehtymällä syvemmin näytteenoton vaatimukseen ja työturvallisuuteen. Sitten kirjattiin ylös, mitä välineitä näytteenottoon tarvitaan ja minkälainen suojavarustus vaaditaan. Kirjausten ohjeilla työ suoritetaan oikein suojattuna ja riskit työtapaturmaan ovat mahdollisimman pienet. Jokainen näytteenottopiste kuvattiin. Näin selkeytettiin miten, ja mistä näyte otetaan oikein ja validisti.

Seuraavaksi käytiin läpi teoriapohjaa aktiivilietelaitoksen toiminnasta ja DN-prosessista. Näin saatiin selkeä näkemys, miten laitos toimii. Tämän jälkeen aloitettiin työstämään pohjaa laboratorioanalyysien ohjeille. Jokaisen tarvittavan laitteen käyttöön kirjoitettiin ohjeistus, jonka pystyy omaksumaan, vaikka ei olisi aikaisempaa kokemusta niiden käytöstä. Ohjeistus kirjoitettiin sellaiseen järjestykseen, että analyysien teossa säästyy aikaa.

Ohjeistuksen ensimmäisen versio käytiin läpi Honkajoki Oy:n laatupäällikön kanssa. Tähän versioon tehtiin pieniä muutoksia koskien työturvallisuutta. Ohjeistukseen lisättiin lisävarsien käyttö näytteenotossa. Laatupäällikkö huomasi myös muutaman kohdan, jotka voisi ilmaista tarkemmin ja päätettiin myös, että vaa'an käyttöön olisi

hyvä olla ohjeistus. Lisäksi ohjeisiin kuvattiin lisävarsien säilytyspaikat aivan näytteenottopaikan vieressä. Näin ne ovat aina helposti saatavilla omilta paikoiltaan ja niiden käyttö varmentuu. Työohjeiden teon ohessa suoritettiin validointia lietteen kiintoaineen mittaukseen. Perehdyttiin validoinnin teoriaan ja tekotapoihin, jonka pohjalta suoritettiin validointi.

Ohjeiden hyväksymisen jälkeen päästiin käyttämään työohjeita kesätyöntekijän saapuessa perehdytysjaksolle. Ennen kesätyöntekijän saapumista syvennettiin tarkasti perehdyttämisen teoriaan. Näin selvitettiin kaikki faktat perehdyttämiseen mahdollisimman tehokkaasti. Kesätyöntekijän perehdytyksen avulla selvitettiin työohjeistuksen toimivuus ja muutostarpeet. Perehdytyksen palautteesta saatiin arvokasta tietoa ohjeistuksen toimivuudesta.

2 TEORIA

2.1 Aktiivilietelaitoksen DN-prosessi

Aktiivilietelaitos puhdistaa jätevettä hyödyntämällä lietteessä olevia bakteereja ja mikro-organismeja. Lietenäyte on hyvä analysoida päivittäin, jotta tiedetään säätää prosessin lietteenpoistoa ja saadaan pidettyä aktiivilietteen kiintoainemäärä tarpeeksi korkealla, jotta prosessi pystyy käsittelemään tulevan kuorman. Tähän on mahdollista yhdistää DN-prosessi, eli denitrifikaatio-nitrifikaatioprosessi. Nitrifikaatiossa ammoniumtyppi muutetaan nitraatiksi ja nitriitiksi, kun taas denitrifikaatiossa nitraatti ja nitriitti muutetaan typpikaasuksi. Jätevesien näytteidenotto ja analysointi on erittäin tärkeä osa toimivan jätevedenpuhdistamon toimintaa. Niiden avulla pystytään näkemään, toimiiko prosessi niin hyvin kuin sen pitäisi, vai onko jossain prosessin osassa parannettavaa. Kesällä aktiivinen näytteenotto on tärkeää, sillä lämpötilat ovat korkeammat, jolloin jätevedessä on enemmän prosessoitavia osia. Tämä johtuu muun muassa myös siitä, että tehtaalle tuleva raaka-aine joutuu olemaan altistuneena lämpimille olosuhteille toisin kuin talvella.

Lämpötila on suuri tekijä biologisessa puhdistusprosessissa ja lämpötilan tulisi olla 25 – 35 celsiusastetta, jolloin se on optimaalinen bakteereille. Lämpötila ei saa nousta liian korkeaksi tai tippua liian matalalle. Kun lämpötila saavuttaa 50 celsiusastetta, nitrifikaatioprosessi pysähtyy. Jos lämpötila laskee 15 celsiusasteeseen, metaania tuottavien bakteerien toiminta alkaa hiipua. Lämpötilan saavuttaessa 5 celsiusastetta nitrifikaatiobakteerit käytännössä lopettavat toimintansa lähes kokonaan. (Metcalf & Eddy 2014, 88.)

Lähtevälle vedelle määrätään vaadittavat ympäristökeskuksilta luparaja-arvot, joiden avulla voidaan varmistaa, ettei jätevedenpuhdistamolta tuleva vesi esimerkiksi rehevöitä vesistöjä, joihin se laskee. Nämä luparajat esimerkiksi Honkajoki Oy:n jätevedenpuhdistamolle on määritellyt Länsi-Suomen ympäristökeskus 1.1.2015. (Juusela 2020.)

Keskeisinä lupaehtoina kyseisellä laitoksella ovat seuraavat arvot (Kuvio 1):



Kuvio 1. Lähtevän veden luparajat. (Juusela 2020.)

Näiden luparajojen täyttymisen tarkastamisen lisäksi, analyysit antavat arvokasta tietoa prosessin toiminnasta. Biologisesti toimivilla aktiivilietelaitoksilla tulisi seurata aktiivisesti happi-, typpi- ja fosforitasoja prosessissa, sillä ne ovat elintärkeitä biologisen kasvun kannalta. Jos happi- tai fosforitaso tippuu prosessissa liian alas, on mahdollista, että jätevettä puhdistavat bakteerit kuolevat, jolloin prosessi ei enää toimi.

Vaikka fosforin olemassaolo on prosessille elinehto, siitä on kuitenkin tarkat luparaja-arvot, joilla sitä seurataan. Jos fosforia on liikaa lähtevässä vedessä, se voi rehevöittää vesistöjä. Tämän vuoksi jätevedenpuhdistamoilla on erilaisia keinoja, joilla on mahdollista poistaa fosforia. Yksi näistä aktiivilietelaitoksissa käytettävistä menetelmistä on tehostettu biologinen fosforinpoisto eli EBPR. Tämä menetelmä vaatii anaerobisen altaan ennen ilmastusallasta. Anaerobisella altaalla pystytään varmistamaan, että altaassa ei ole nitraattia tai happea. Hapettomuus ja nitraatittomuus mahdollistavat fosforia polyfosfaatteina itseensä sitovien mikro-organismien kasvun aktiivilietteessä. Nämä mikro-organismit pystyvät prosessin seuraavassa eli aerobisessa vaiheessa ilmastusaltaassa keräämään itseensä fosforia, jolloin

fosforin poisto tehostuu. Kun fosfori on sitoutunut aktiivilietteeseen ja aktiivilietettä poistetaan prosessista, poistuu samalla myös fosforia sen mukana. (Henze, van Loosdrecht, Ekama & Brdjanovic 2008, 155-157.)

Typpitasojen seurannan avulla saadaan tärkeää tietoa prosessin eri osien toiminnasta. Typpitasoista seurataan ammoniumtyypeä, nitriittiä, nitraattia sekä kokonaistyyppiä. Seuraamalla ammoniumtyypeä saadaan tietää, toimiiko nitrifikaatio prosessi oikein. Tässä prosessissa nitrifikaatiobakteerit muuttavat kemiallisilla muutoksilla ammoniumtyypeä nitriitiksi ja nitraatiksi. Ammoniumtyypitason ollessa analyysituloksissa lähellä nollaa, nitrifikaation tiedetään toimivan erittäin hyvin. Nitrifikaation muuntaessa ammoniumtypen nitriitiksi ja nitraatiksi, siirrytään seuraavaan prosessin vaiheeseen eli denitrifikaatioon. Denitrifikaatiossa nitraatti ja nitriitti hajotetaan anaerobisten bakteerien avulla typpikaasuksi. Nitraattiarvon pysyessä alle 40 mg/l ja nitriittiarvon alle 0,2 mg/l tiedetään denitrifikaation toimivan oikein ja tehokkaasti. Jos joku näistä arvoista on koholla, tiedetään mistä prosessin osasta se johtuu ja näin ollen pystytään puuttumaan ongelmaan ja korjaamaan tilanne. (Metcalf & Eddy 2014, 1706-1709.)

2.2 Tulosten validointi

Validointi on tulostason ja oikeellisuuden tarkastusta, jonka avulla pystytään osoittamaan kemiallisen menetelmän soveltuvuus aiottuun käyttötarkoitukseen. Menetelmä voidaan validoida vertaamalla käytteenotettavaa testiä laboratoriomenetelmään, jonka tulostason ero kansainväliseen referenssitason tunnetaan ja sen toistotarkkuus ja oikeellisuus ovat riittäviä vertailtaviksi. Validoinnissa käytettävä näyte tulisi olla molemmissa menetelmissä samaa näytettä. (Lab Quality.)

Validoinnilla tulisi olla aina tavoite, johon pyritään. Se voi esimerkiksi olla oman menetelmän ongelmien paikannus ja tarkkuuden arviointi. Häggin (2016) mukaan aina ei kuitenkaan kannata pyrkiä mahdollisimman alhaisiin määritysrajoihin, vaan esimerkiksi voi pyrkiä tunnistamaan menetelmään liittyviä häiriöitä (selektiivisyys, spesifisyys) ja kriittiset suureet. Validoinnissa kannattaa keskittyä kriittisiin parametreihin ja tekijöihin, joilla oikeasti on merkitystä tuloksiin eli ei tehdä yli-/alivalidointia.

Validoinnissa tulee miettiä tarkasti, mitä nämä kriittiset parametrit oman menetelmän kohdalla ovat.

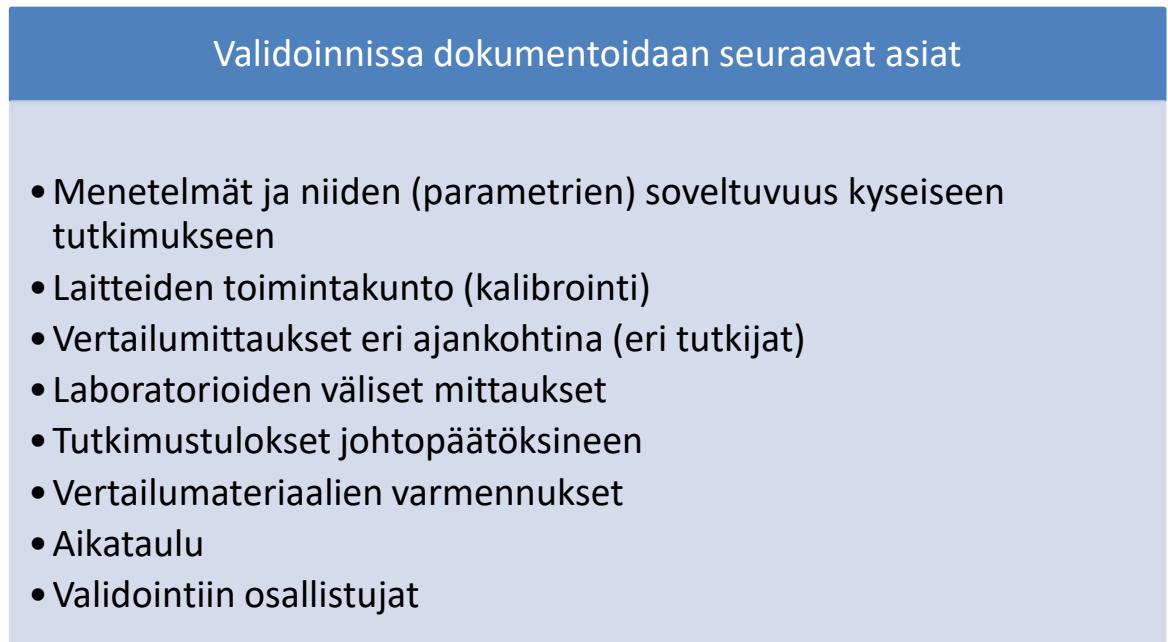
Validoinnissa tutkittavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> • Toistettavuus • Tarkkuus • Saanto • Määrittysraja • Poikkeama • Mittausalue • Toimintavarmuus, häiriökestävyys • Toteamisraja • Selektiivisyys ja spesifisyys • Lineaarisuus • Uusittavuus • Mittausepävarmuus

Kuvio 2. Validoinnissa tutkittavat asiat. (Ehder 2005.)

Validoinnista tulisi olla suunnitelma, joka dokumentoidaan ja hyväksytään ennen validoinnin aloittamista. Tämän suunnitelman ei kuitenkaan tule olla täysin vedenpitävä, vaan sitä voi muokata vielä matkan varrella. Jokainen muutos tulisi kuitenkin vielä dokumentoida, jotta tiedetään mitä muutoksia on tehty. Validoinnin suunnitelmaan tulisi kertoa, mikä on validoinnin kohde. Onko se käytettävä menetelmä, laite vai joku muu asia. Validoinnin kohteen mukaan, tulisi myös selvittää onko lainsäädännössä määräyksiä, joita validoinnissa tulisi huomioida. Suunnitelmassa tulisi olla myös validoinnin tavoitteet ja tutkittavat asiat kirjattuna. Kuviossa 2. nähdään mitä asioita validoinnissa voidaan tutkia. Tavoitteissa tulisi kirjata minkälaiseen tarkkuuteen validoinnin tuloksissa pyritään. Validoinnin tuloksiin vaikuttavat suuresti validoinnissa käytettävä näyte. Suunnitelmassa tulisi olla dokumentoituna näytteet, näytteiden käsittely ja säilytys sekä onko niissä jotain mikä voisi aiheuttaa riskiä häiriölle. Validoinnin suunnitelmasta selviää myös osallistujien nimet ja vastuualueet, mikä on validoinnin tavoiteaikataulu, mitä laitteita validoinnissa käytetään ja missä tiloissa se tehdään sekä validoinnin laajuus. (Hägg 2016. 9-11.)

Validoinnissa raportointi on myös olennainen osa validointia. Tämän avulla saadaan tietoa, onko validoinnissa päästy tavoitteisiin ja mitä validoinnin aikana on

tapahtunut. Raportista selviää myös suunnitelman sisältämiä asioita, kuten tavoite, toteutus, käytetty laitteisto ja välineistö sekä materiaalit. Validointiraportin sisältöön vaikuttaa suunnitelmassa määritelty validoinnin laajuus. Materiaaleista dokumentoidaan useita eri asioita, jotka näkyvät eriteltynä kuviossa 3. (Ehder 2005.)



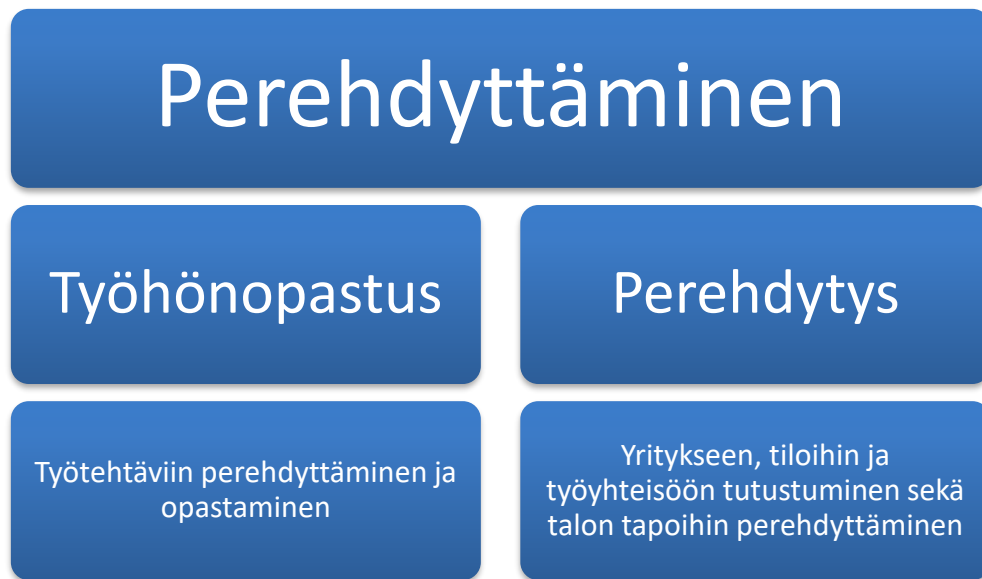
Kuvio 3. Validoinnissa dokumentoitavat asiat. (Hiltunen, Linko, Hemminki, Hägg, Järvenpää, Saarinen, Simonen & Kärhä 2011.)

Validointiin kuuluu myös menetelmän tai laitteen käyttöönotto sekä laadunvalvonta. Käyttöönottoon osallistuvat henkilöt, jotka ovat päteviä menetelmän käyttöön. Tässä osuudessa tarkastellaan säännöllisesti, onko validointi edelleen pätevä. Se suoritetaan ulkoisella ja sisäisellä laadunvarmistuksella. Ulkoinen laadunvarmistus tarkoittaa menetelmän vertaamista referenssimateriaaleihin ja sisäisessä laadunvarmistuksessa käytetään esimerkiksi kontrollinäytteitä ja toistokokeita, joita voidaan seurata valvontakorttien avulla. Näiden avulla pystytään varmistamaan, että validointi on edelleen pätevä ja menetelmä toimiva. (Hägg 2016, 17-18.)

2.3 Perehdyttäminen

Työturvallisuuskeskus (2013) jakaa perehdyttämisen kahteen osa-alueeseen, joita ovat perehdyttäminen ja työnopastus. Perehdytys käsittää yritykseen, tiloihin ja

työyhteisöön tutustumisen sekä talon tapoihin perehdyttämisen. Työnopastus käsittää taas itse työtehtäviin perehdyttämisen ja opastamisen. (Kuvio 4.)



Kuvio 4. Perehdyttäminen.

Hyvällä perehdytyksellä perehdytettävä työntekijä saadaan nopeasti osaksi organisaatiota ja työyhteisöä. Perehdyttämiseen kuluu aikaa, mutta oikein toteutettuna se maksaa itsensä takaisin hyvin nopeasti. Tällöin perehdytettävä pystyy toimimaan mahdollisimman nopeasti itsenäisesti työtehtävissään sekä osaa toimia vastuullisesti ja työturvallisuutta noudattaen. Hyvällä perehdytyksellä myös virheiden riski vähenee. Näin säästetään kaikkien työntekijöiden aikaa eikä virheitä ei tarvitse korjaila. Hyvällä perehdytyksellä myös varmistetaan, että perehdytettävä tietää työn vaaranpaikat ja osaa toimia turvallisesti aiheuttamatta työtapaturmia. Perehdytettävän on helppoa ja turvallista työskennellä, jolloin myös työstä johtuva jännitys pysyy mahdollisimman pienenä ja hän pystyy työskentelemään positiivisella mielellä. (Joki 2018, 111.)

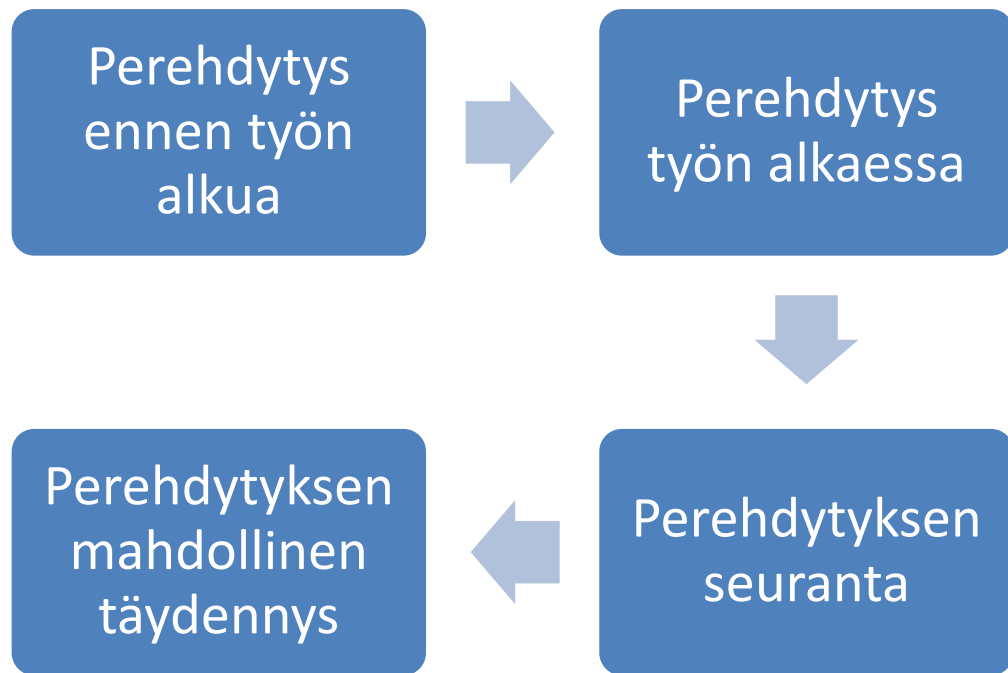
Perehdyttämisessä tulee ottaa huomioon käytännön asioiden lisäksi myös työturvallisuuslaissa määritetyt asiat. Työturvallisuuslain 2002/738 2 luvussa 14 pykälässä kerrotaan perehdyttämisestä seuraavasti;

”Työntekijälle annettava opetus ja ohjaus

Työnantajan on annettava työntekijälle riittävät tiedot työpaikan haitta- ja vaaratekijöistä sekä huolehdittava siitä, että työntekijän ammatillinen osaaminen ja työkokemus huomioon ottaen:

- 1) työntekijä perehdytetään riittävästi työhön, työpaikan työolosuhteisiin, työ- ja tuotantomenetelmiin, työssä käytettäviin työvälineisiin ja niiden oikeaan käyttöön sekä turvallisiin työtapoihin erityisesti ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista tai työtehtävien muuttuessa sekä ennen uusien työvälineiden ja työ- tai tuotantomenetelmien käyttöön ottamista;
- 2) työntekijälle annetaan opetusta ja ohjausta työn haittojen ja vaarojen estämiseksi sekä työstä aiheutuvan turvallisuutta tai terveyttä uhkaavan haitan tai vaaran välttämiseksi;
- 3) työntekijälle annetaan opetusta ja ohjausta säätö-, puhdistus-, huolto- ja korjaustöiden sekä häiriö- ja poikkeustilanteiden varalta; ja
- 4) työntekijälle annettua opetusta ja ohjausta täydennetään tarvittaessa."

Perehdyttämisen laajuuteen vaikuttaa aina suuresti mihin työtehtävään ja kuinka pitkäksi ajaksi työntekijä on tulossa. Joissain työtehtävissä perehdyttämiseen saat-
taa riittää päivä tai pari, kun taas toisessa työtehtävässä se voi vaatia muutaman kuukauden. Esimiehen tulee tietää, kuinka kauan perehdytykseen pitää varata aikaa, jotta voidaan olla varmoja, että perehdytettävä on valmis työskentelemään itsenäisesti. Perehdyttäminen voi alkaa jo ennen varsinaisen työn alkamista, esimerkiksi erilaisten materiaalien lukemisella. Esimiehen olisi mahdollisuuksien mukaan myös hyvä hoitaa käytännön asioita jo ennen ensimmäistä työpäivää. Näitä asioita ovat muun muassa työvaatteiden hankinta, työpisteen selvittäminen ja mahdollisen työpuhelimien tai -tietokoneiden hankinta. Näin varsinainen perehdytys on helppo aloittaa ensimmäisenä työpäivänä, eikä aikaa kulu turhaan käytännön asioihin selvittelyyn. (Hyppänen 2013.)



Kuvio 5. Perehdytyksen eri osiot.

Perehdyttämisen kaava riippuu vahvasti siitä, onko työntekijä täysin uusi vai onko hän esimerkiksi pidemmän poissaolon jälkeen palannut työntekijä. Täysin uudelle työntekijälle koko työympäristö on uusi ja perehdyttäjän tulisi käydä kaikki asiat läpi aivan alusta asti. Toiset asiat voivat olla itsestäänselvyyksiä perehdyttäjälle ja onkin erittäin hyvä, jos perehdytettävää rohkaistaan esittämään kysymyksiä asioista. Tällöin kaikki käydään läpi ja mikään ei jää mietityttämään. Vanhan työntekijän uudelleenperehdytys voi vaatia vain tiettyjen osien perehdytystä – esimerkiksi, jos työpaikalle on tullut uusi laite tai toimintatapa, jota ei ollut hänen aikaisemmin ollessaan. Voidaan siis suoraan tulla johtopäätökseen, että uuden työntekijän perehdyttäminen vie enemmän aikaa kuin vanhan työntekijän uudelleenperehdytys ja näin ollen uuden työntekijän perehdyttämiseen tulee varata enemmän aikaa. (Joki 2018, 113-114.)

Perehdytyksen tavoitteena on oppiminen, jotta työntekijä pystyy toimimaan työtehtävissään itsenäisesti sekä vastuullisesti. Perehdytettävän kanssa käydään läpi asiat yleisellä tasolla yrityksen toiminnasta, tavoista ja tavoitteista. Tämän jälkeen käydään läpi työturvallisuutta käsittelevät seikat, esimerkiksi haitta- ja vaaratekijät, jotta työnteke olisi mahdollisimman turvallista. Yleisten asioiden läpikäynnin jälkeen on mahdollista siirtyä tarkempiin vaatimuksiin, joita voivat olla työpaikan mukaan

esimerkiksi laatu- ja ympäristöjärjestelmät. Perehdyttämisen edetessä tulee täyttää perehdyttämisen tarkistuslistaa, jonka perehdyttäjä ja perehdytettävä kuittaavat. Tällöin saadaan kirjallinen dokumentti perehdytyksen suorittamisesta säädösten mukaan ja pysytään mukana asioista, jotka on käyty läpi ja joita on vielä jäljellä. (Lahtinen 2020.)

Tärkeä osa perehdyttämistä on seuranta. Kun perehdytys on dokumentoitu tarkastuslistaan ja se on toteutettu kokonaisuudessaan, tulee seurata, miten perehdytettävä suoriutuu tehtävistään ja onko hän sopeutunut työpaikalle hyvin. Seuranta varten on hyvä sopia esimerkiksi palaveri työntekijän kanssa ja kysyä, onko kaikki sujunut hyvin ja onko herännyt kysymyksiä. Palaverissa työntekijä voi antaa palautetta myös perehdytyksestä ja asioista, joita olisi voinut perehdyttää paremmin. Näin työnantaja pystyy kehittämään perehdytystapaansa aktiivisesti ja voidaan varmistua, että tulevaisuudessa perehdytys on vieläkin jouhevampaa. Näissä tilanteissa tulee myös arvokasta tietoa työyhteisöstä ja mahdollisesta tarpeesta työyhteisön ilmapiirin parantamiseksi. (Joki 2018, 121-122.)

3 KOKEELLINEN OSIO

3.1 Perehdyttävän työohjeistuksen laadinta

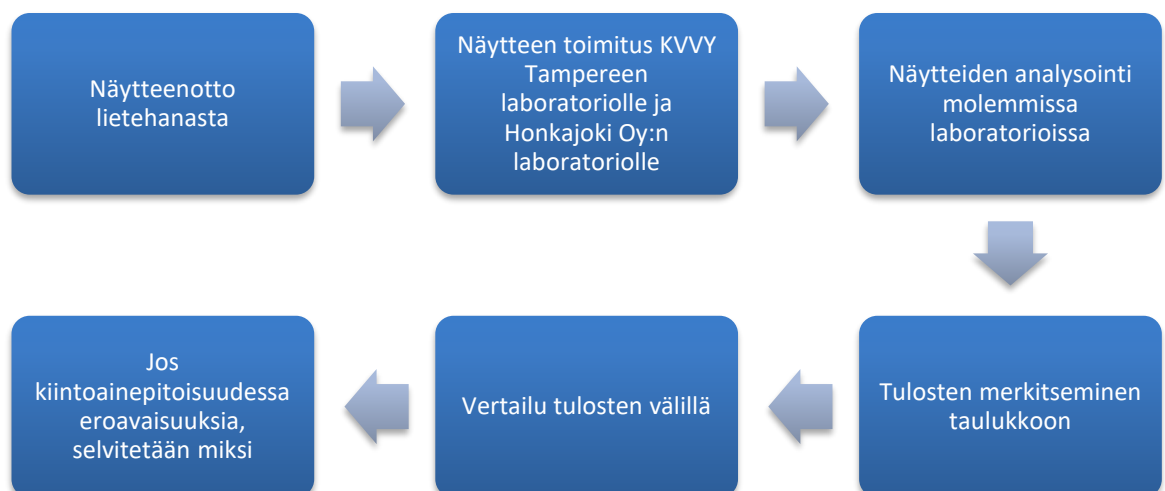
Perehdyttävien työohjeistusten teko aloitettiin syventymällä, miten jätevedenpuhdistamon prosessi toimii. Ensin käytiin läpi, miten jätevesien näytteenotto olisi selkeintä ja turvallisinta toteuttaa. Sitten kirjattiin ylös, mitä välineitä turvallinen näytteenotto vaatii. Vaadittavia välineitä olivat esimerkiksi suojahanskat, lisävarsi ja hengityssuojain. Suojavarusteita käyttämällä saatiin pienennettyä riskit työtapaturmasta miniini. Jäteveden näytteenotto-ohjeisiin kuvattiin jokainen näytteenottopaikka. Tällä varmistettiin, että näyte otetaan oikeasta paikasta ja oikealla tavalla. Jätevesien näytteenotonohje löytyy liitteestä 2.

Seuraavaksi laadittiin työohjeistus jätevesien laboratorioanalyysille. Käytiin läpi jokainen analyysiin tarvittava laite. Tämän jälkeen voitiin kirjoittaa helposti omaksettava ohje jokaiselle laitteelle, jotta niiden käyttö olisi sujuvaa. Laiteohjeistuksilla voitiin varmistaa, että niitä käytetään oikein eikä laitteita hajoteta. Ohjeistuksen pohjana käytettiin Hach -kyvettien ohjeistuksia. Ohjeistusta käytiin Honkajoki Oy:n laatuapäällikön kanssa läpi ja siihen tehtiin muutamia muutoksia. Muutoksiin lukeutui lisävarsien käyttö, kun näytettä otetaan flotaatioista. Tällä varmistetaan työturvallisuus, jotteivät esimerkiksi takin hihat jää laahaan kiinni. Ohjeistukseen lisättiin kuvat lisävarsien paikoista. Näin ne ovat helposti saatavilla ja aina omalla paikallaan. Ohjeistuksen tueksi tehtiin analyysien tuloksille oma lomake, johon tulokset on selkeä merkitä. Tämä lomake löytyy liitteestä 5. Ohjeistusta läpikäydessä huomattiin, että myös vaa'alle olisi hyvä olla ohjeistus. Jätevesien laboratorioanalyysien ohje löytyy liitteestä 1.

Perehdyttävää työohjeistusta päästiin testaamaan kesätyöntekijän perehdyttämisessä. Perehdyttämisestä saatavan palautteen avulla pystyttiin toteamaan ohjeistuksen olevan erittäin toimiva. Perehdytettävä piti ohjeistusta selkeänä ja helposti luettavana. Perehdytys oli helppo suorittaa ohjeistuksen avulla ja sillä säästettiin perehdytyksessä aikaa. Ohjeistus on myös aina luettavissa, jos työntekijälle tulee kysymyksiä.

3.2 Lietteen kiintoainepitoisuuden mittauksen validointi

Uusien työohjeiden teon ohella haluttiin myös validoida oman laboratorion tulokset lietteen kiintoainepitoisuuden mittauksessa. Aluksi tutustuttiin validoinnin teoriaan ja sen pohjalta asetettiin tavoitteet validoinnille. Tavoitteena validoinnissa oli löytää testaustavan ongelmat ja korjata ne. Näin löydettiin menetelmän käytön kriittiset kohdat eikä toteutettu validointia liian laajana. Validoinnin apuna käytettiin KVVY Tampereen laboratoriopalveluita, josta käydään kuukausittain ottamassa jätevedenpuhdistamolta näytteet. Näiden näytteiden avulla varmistetaan, etteivät sallitut luparajat ylity. Samassa yhteydessä otetaan lietteen kiintoaineen näyte. Näiden näytteiden tuloksia verrataan Honkajoki Oy:n oman laboratorion analyysituloksiin, jolloin niiden pitäisi näyttää samaa tulosta, sillä ne otetaan samasta näytteestä. On tärkeää, että lietteen kiintoainepitoisuus analysoidaan samasta näytteestä molempien laboratorioden kanssa. Näin seurataan mahdollisimman tarkasti validoinnin säännöstöä ja validointi on mahdollisimman tarkasti suoritettu. Tämä prosessi on kuvattu kuviossa 6. Analyysituloksia kerättiin taulukkoon, josta niitä pääsee helposti vertailemaan keskenään. Dokumentointi on hyvin tärkeä osa validoinnin suoritusta. Lietteen kiintoainepitoisuuden tuloksien kanssa oli ongelmaa, joten tulosten validoimiseen ja mahdollisimman tarkan testitavan tai virheen löytämiseen oli painavat syyt.



Kuvio 6. Kiintoainepitoisuuksien vertailuprosessi.

Lietteen kiintoainepitoisuus eli MLSS määritetään suodattamalla ja kuivaamalla näyte. Jotta näyte olisi mahdollisimman edustava, juoksutetaan lietettä 2 litraa ennen varsinaisen näytteen ottamista näytepurkkiin. Suodatukseen käytetään vakuumisuodatinta ja -pumppua sekä membraanisuodatinta. Ennen suodatusta punnitaan membraanisuodatin sekä metallialusta, jolla se kuivataan. Suodatukseen käytetään 20 ml näytettä, jonka suodatus kestää käytössä olevilla laitteilla noin 20 – 40 minuuttia sen mukaan, kuinka paljon näyte sisältää kiintoainetta. Kun näytteestä on saatu suodatettua vesi pois, kuivataan näyte Precisa XM 50 -kosteusanalysaattoria käyttäen. Näytteen kuivaamiseen kuluu noin puoli tuntia. Tämän jälkeen näytteen annetaan jäähtyä noin tunti. Sitten merkitään loppupaino neljän desimaalin tarkkuudella ja lasketaan lopputulos seuraavalla kaavalla (1)

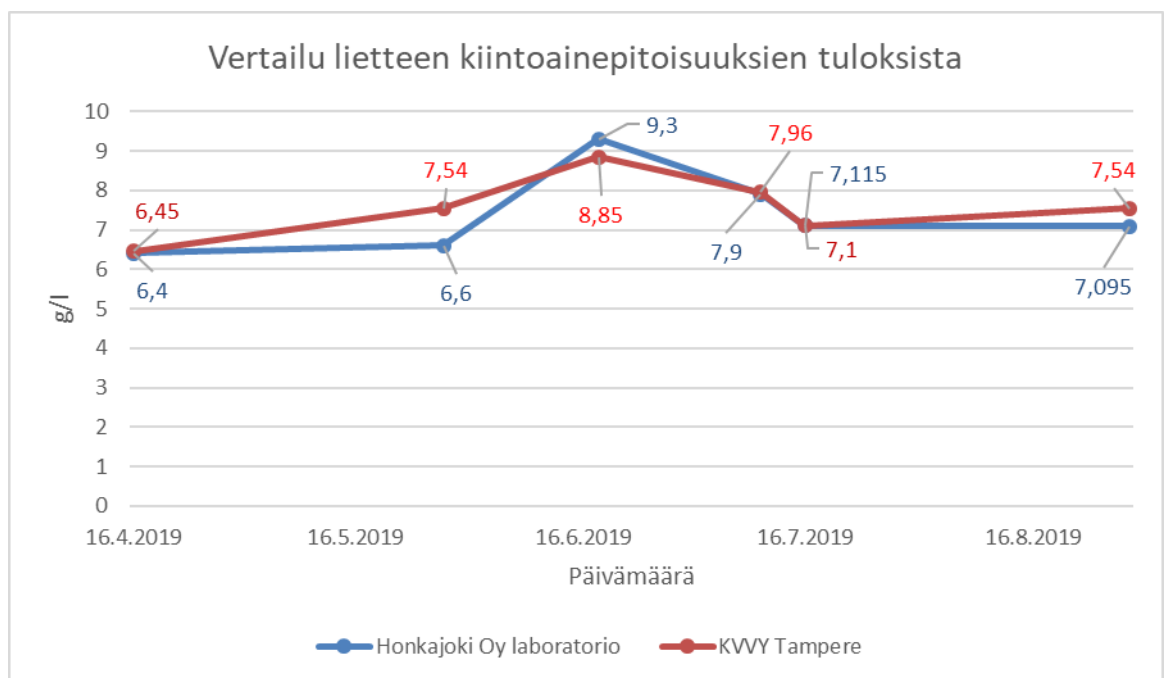
$$\frac{(Loppupaino - Alkupaino)}{20} * 1000 = Kiintoainepitoisuus \text{ g/l} \quad (1)$$

Testit toistetaan päivittäin samalla tavalla, jotta niiden tekotavassa ei olisi eroavaisuuksia, jotka vaikuttaisivat testin lopputulokseen. Mittauksen tekotavan tulee pysyä samanlaisena, jotta voidaan varmistua siitä, että tulokset ovat kelvollisia validointiin. Näyte mitattiin joka päivä samalla pipetillä, sen annettiin kuivauksen jälkeen viilentyä yhtä kauan ja tulos merkittiin aina neljän desimaalin tarkkuudella. Tarkoituksena tässä validoinnissa oli tarkistaa käytettävä menetelmä lietteen kiintoaineen mittaukseen ja selvittää, mitkä tekijät voivat aiheuttaa vääriä tuloksia. Vääristä viä tekijöitä voivat olla muun muassa näytteen laatu, näytteen ottotapa, pipettien toimintavarmuus sekä ohjeiden noudattaminen. Pahimmaksi virhetuloksien aiheuttajaksi paljastui pipetin näytemäärän vaihtelu ja samalla huomioitiin, että pipetin kalibrointiväliä tulisi lyhentää. Kalibroinnin avulla saatiin tulokset huomattavasti tarkemmiksi ja pystyttiin luottamaan tuloksiin lietteen kiintoainepitoisuudesta.

Lopputuloksena todettiin, että tulokset ovat riittävän tarkkoja, kunhan pipettien kalibroinnista huolehditaan, ohjeita noudatetaan ja tulokset merkitään aina samalla tarkkuudella taulukkoon. Virheet tuloksissa huomataan heti, koska osataan kiinnittää huomiota jo pieniinkin heittoihin pipetin mittaamisissa määrissä. Validoinnissa tuli myös ilmi, että näytettä tulisi suodattaa tarpeeksi kauan. Näin näytteen kiinnijääminen alustaan kuivattaessa minimoidaan.

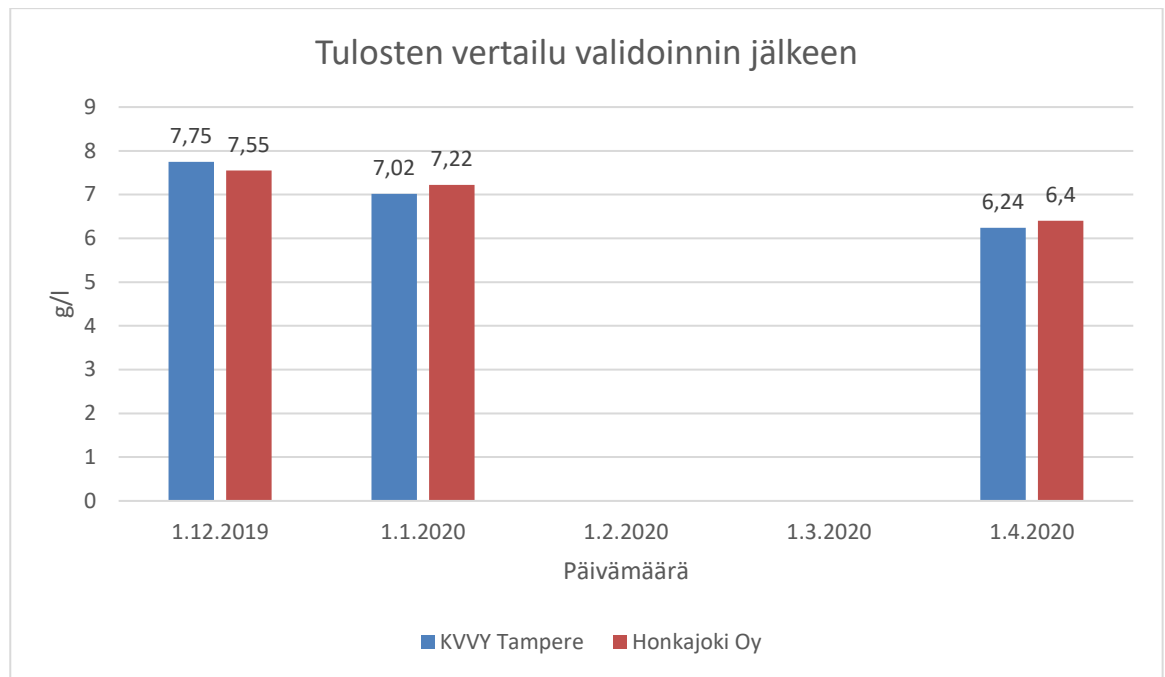
3.3 Validoinnin tulokset

Lietenäytteen kiintoainepitoisuuden tuloksia vertailtiin KVVY Tampereen tekemiin analyysituloksiin ja kuviosta 7. huomaa, kuinka suurta vaihtelua tulosten välillä oli osalla näytteenottokerroista validoinnin aikana. Tämän tutkimuksen avulla pystyttiin panostamaan menetelmän parantamiseen ja päästiin tarkempiin tuloksiin. Arvojen vertailulla osattiin etsiä tuloksen virheen syytä ja löydettiin parempia keinoja tehdä tarvittava mittaust. Tutkimus toi myös esille pipettien kalibroinnin tärkeyden ja niiden toimivuuden varmistamisen.



Kuvio 7. Vertailukaavio lietteen kiintoainepitoisuuksien tuloksista Honkajoki Oy:n ja KVVY Tampereen laboratorioden välillä.

Pipettien toimivuus tulisi tarkastaa vähintään viikoittain, jotta pystytään luottamaan niiden kalibroinnin pysyvän kunnossa. Kun kalibroitiväliä noudatetaan, pysyvät tulokset tasaisina KVVY Tampereen laboratorion tulosten kanssa ja voidaan luottaa menetelmän toimivuuteen. Vertaillessa tuloksia validoinnin jälkeen havaitaan validoinnin hyöty tulosten luotettavuudessa. Pipettien kalibroinnin ansiosta tulokset ovat pysyneet tasaisina KVVY Tampereen tuloksiin verraten, kuten kuviosta 8. huomataan.



Kuvio 8. Tulosten vertailu validoinnin jälkeen.

Lietteen kiintoainemäärä tulisi pitää 6,5-7,5 g/l välissä. Kuvion 8. tulosten vertailussa huomataan tulosten eroavan toisistaan vain noin 0,2 g/l (2,8%). Kuviosta 7. nähdään, että validoinnin aikana suurin ero on ollut 28.5.2019 saatu tulos 0,9 g/l (13,6%), joka väärentää tulosta jo erittäin paljon. Validoinnilla löydettiin ongelmakohtat ja parannettiin niitä saaden samalla tulosten luotettavuus hyvälle tasolle. Näin saavutettiin haluttu tavoite: ongelmakohtien löytäminen ja menetelmän tekotavan parantaminen.

Tämän validoinnin ansiosta osataan nyt myös huomioida suodatuksen keston vaikutus näytteen kuivausprosessiin. Kun näytettä suodatetaan tarpeeksi kauan, riski näytteen kiinnijäämiseen alustaan kuivatuksen aikana pienenee huomattavasti. Jos näyte laitetaan alustalle liian paljon vettä sisältävänä, se voi jäädä alustaan kuivuessa kiinni ja näin ollen loppupaino on pakko ottaa alustan ja näytteen yhteispainosta, jolloin virheriski lopputuloksessa kasvaa.

Validointi auttoi löytämään toimivimman tavan käytössä olevasta menetelmästä, jonka avulla voidaan luottaa tulosten oikeellisuuteen. Vaadittaisiin kuitenkin vielä pidempi ajanjakso ja useampi vertailuarvo, jotta voitaisiin olla varmoja validoinnin kriteerien täyttymisestä myös pitkällä aikavälillä. Nyt saatiin kuitenkin tärkeää tietoa menetelmän käytöstä ja menetelmän toimivuuden ja tarkkuuden parantamisesta.

3.4 Kesätyöntekijän perehdyttäminen

Jätevesien näytteenoton ja laboratorioanalyysien työohjeita testattiin kesätyöntekijää perehdytettäessä. Kesätyöntekijälle perehdytettiin oikea oppisesti aloittaen yritykseen, tiloihin, työyhteisöön ja talon tapoihin perehdyttämisestä. Perehdyttämisestä tehtiin tarkastuslista, jonka avulla pysyttiin mukana läpikäytävistä asioista.

Työohjeiden käyttö perehdytyksen apuna tuli mukaan työhönopastuksessa, jossa käytiin läpi päivittäiset toimet. Jätevesien näytteenoton ohjeet osoittautuivat selkeiksi ja niitä oli helppo noudattaa. Kuvien avulla perehdytettävän oli helppo löytää oikea näytteenottopiste ja ottaa mahdollisimman edustava näyte. Tarvittavien suojavarusteiden käyttö tuli selkeästi esille ja niiden säilytyspaikat oli helppo löytää. Jätevesien laboratorioanalyysien ohjeet osoittautuivat johdonmukaisiksi, selkeiksi sekä yksinkertaisesti selitetyiksi ja perehdytettävän oli helppo noudattaa niitä. Kaikki välineet oli helppo löytää laboratoriossa ja kyvettipakettien kuvat sekä LCK koodit eli pakettien nimikoodit helpottivat oikean kyvetin löytämistä. Kyvetit olivat myös helposti käden ulottuvilla työpisteessä. Analyysien tulokset oli helppo merkitä tuloslomakkeeseen, johon on merkitty myös kyvetin LCK koodi sekä mistä näytteestä analyysi on tehty.

Perehdytettävä suoritti päivittäisiä töitä ja hänen seurassaan oli koko ajan toinen työntekijä, joka vastasi mahdollisiin kysymyksiin seuraten samalla työskentelyä. Näin pystyttiin varmistamaan, että perehdytettävälle tuli luottavainen olo omasta osaamisestaan työtehtävissä ja tarvittaessa hän pystyi kysymään heti neuvoa perehdyttäjältä. Perehdytys on tällä hetkellä edelleen käynnissä. Tärkeäksi osaksi perehdytystä on noussut yhteinen kommunikointi mahdollisten epäselvien ja lisäperehdytystä vaativien asioiden osalta. Perehdytettävän kanssa pidetään myös pala-veri, jossa selvitetään hänen kokemuksensa perehdytyksen onnistumisesta, mahdolliset parannusehdotukset sekä lisäperehdytyksen tarpeet.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä toimiva ohjeistus jätevedenpuhdistamon näytteenottoon sekä laboratorioanalyysiin. Ohjeistusta käytetään apuna myös työntekijän perehdyttämisessä. Tämä tavoite saavutettiin ja pystyttiin luomaan toimivat ohjeistukset sekä näytteenottoon että laboratorioanalyysien tekoon. Ohjeistusta testattiin perehdyttämällä kesätyöntekijä työhönsä. Palaute työohjeiden toimivuudesta ja selkeydestä on ollut positiivista. Syventymällä aktiivilietelaitoksen DN-prosessin teoriaan, saatiin tietoa mihin analyysien arvot vaikuttavat ja mitkä tekijät vaikuttavat arvoihin. Teoriasta saatiin vahva pohja laboratorioanalyysien ohjeistukselle, sillä teorian avulla saatiin tietoa prosessin jokaisesta vaiheesta.

Kävi ilmi, että työohjeistus näytteenottoon ja laboratorioanalyysiin oli erittäin hyödyllinen ja selkeytti työnkuvan opastamista. Ohjeita päästiin opinnäytetyön aikana kokeilemaan kahdella eri henkilöllä. Toinen oli Honkajoki Oy:n prosessinhoitaja, jolla ei ollut aikaisempaa kokemusta laboratoriotöistä ja häntä ei etukäteen informoitu näytteenoton ohjeistuksesta. Tämän vuoksi ei voitu olla varmoja, että näytteet oli otettu oikeasta paikasta. Hänen mukaansa laboratorio analyysien ohjeistus oli helppolukuinen ja hän pystyi tekemään analyysit ilman aikaisempaa kokemusta ohjeistusta noudattaen. Hän antoi palautteen lietteen suodatukseen käytettävän ajan lisäyksestä. Tämä lisättiin ohjeisiin heti ja myös merkittiin, mitä tulisi tehdä, jos spektrofotometri antaa absorbanssi ilmoituksen eli tulos ylittää ylärajan yli 3,5 kertaisesti.

Toisena koehenkilönä oli kesätyöhön perehdytettävä henkilö, jolla oli jo aikaisempaa kokemusta laboratoriotöistä, mutta ei Hach -kyveteistä tai jätevedenpuhdistamon toiminnasta. Hänen mielestään näytteenotonohjeet olivat selkeät ja helpot lukea. Kuvat havainnollistivat näytteenottopaikkojen sijaintia sekä välineiden käyttötapaa, joka tässä tapauksessa oli lisävarsi. Hanojen ja näytteenottopisteiden ympyröinti helpotti työn suorittamista. Ohjeiden perusteella oli helppo löytää tarvittavat välineet ja näytteenottopaikat. Laboratorioanalyysien ohjeet olivat johdonmukaiset, selkeät ja yksinkertaisesti selitetyt, joten työvaiheita oli helppo noudattaa. Kaikki tarvittavat välineet löytyivät käden ulottuvilta, kyvetit oli helppo löytää LCK koodin ja

kuvan perusteella. Analyysien tulokset oli helppo merkitä tuloslomakkeeseen, sillä niissäkin oli kyvetin LCK koodi sekä mistä näytteestä analyysi tehdään.

Perehdytys onnistui työohjeiden avulla hyvin ja päästiin tilanteeseen, jossa perehdytettävä pystyi toimimaan työssään oma-aloitteisesti. Perehdytys toteutettiin teoriapohjaan tukeutuen, jolloin pystyimme varmistumaan, että perehdytys suoritetaan niin lakipykälien mukaan kuin hyvän tavan mukaan. Syventyminen perehdytyksen teoriaan loi vahvan tietopohjan, miten perehdytys tuli hoitaa. Perehdytys toteutui täten niin, että perehdytettävä oli koko ajan positiivisella ja luottavaisella mielellä työnkuvastaan ja omasta osaamisestaan. Perehdytys oli tärkeä osa opinnäytetyön tuloksen tarkastelua, sillä työohjeiden tarkoitus on olla osa perehdytystä ja auttaa sen suorittamisessa.

Validoinnin osalta kriteerien täyttymiseen olisi haluttu vielä enemmän verrattavia testituloksia pidemmällä aikavälillä. Tehtyjen tutkimusten perusteella, saatiin kuitenkin arvokasta tietoa testausmenetelmän ongelmakohdista ja tarkkuuden parantamisesta, joten hyödyttömäksi tämä kokeellinen osuus ei missään nimessä jäänyt. Teoriapohjan ansiosta validointi osattiin rajata juuri ongelmakohtien paikallistamiseen. Validoinnin ansiosta osataan tulevaisuudessa säännöllisesti tarkistaa ongelmakohtia, joita oli esimerkiksi pipettien kalibrointi. Ongelmakohtien löytämisen ansiosta saatiin lietteen kiintoainetuloksien virhemarginaalia huomattavasti alemmas ja tämän ansiosta voidaan luottaa siihen, että menetelmä on toimiva käyttötarkoituksessaan. Opinnäytetyön teoria tuki tavoitteita ja auttoi pääsemään haluttuun lopputulokseen. Teorian avulla saatiin kerättyä ohjeistukseen vaadittava taustatieto. Perehdytyksen teoria loi varmuutta perehdytyksen suorittamiseen, jolloin perehdytys sujui hyvin. Validoinnissa teoriapohja sai ajattelemaan, että olisi hyvä suorittaa pidempi tarkkailujakso. Validointi oli nyt onnistunut, mutta pidemmällä ajanjaksolla saataisiin vielä luotettavampaa tietoa menetelmästä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että ohjeistuksella saatiin täytettyä tavoitteet, joihin pyrittiin opinnäytetyötä aloittaessa. Työohjeistuksen toimivuus ja tarkoituksenmukaisuus pystyttiin myös toteamaan toteutettujen perehdytysten ja niistä saatujen palautteiden myötä. Opinnäytetyön teoria tuki tavoitteita ja auttoi pääsemään haluttuun lopputulokseen. Teorian avulla saatiin kerättyä ohjeistukseen vaadittava taustatieto. Perehdytyksen teoria loi varmuutta perehdytyksen suorittamiseen, jolloin

perehdytys sujui hyvin. Tulevaisuudessa ohjeistuksia tulee päivittää säännöllisesti. Näin saadaan ohjeistukset pidettyä ajan tasalla. Tulevaisuudessa kannattaisi har-
kita pidempää tarkkailujaksoa lietteiden kiintoainepitoisuusmittauksien tuloksille.
Tällä varmistettaisiin, että menetelmän validointi on edelleen pätevä.

LÄHTEET

- Ehder, T. 2005. Kemian metrologian opas. Helsinki: Metrologian neuvottelukunta.
- Hach. Ei päiväystä. Hach LCK cuvette test system. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.4.2020]. Saatavana: <https://hyxo.fi/products/documents/57b6fa00c8cea/HachLCKtestit.pdf>
- Henze M., van Loosdrecht M.C.M., Ekama, G.A. & Brdjanovic, D. 2008. Biological Wastewater Treatment: Principles, modelling & design. Lontoo: IWA Publishing.
- Hiltunen, E., Linko L., Hemminki, S., Hägg, M., Järvenpää, E. Saarinen, P., Simonen, S. & Kärhä, P. 2011. Laadukkaan mittaamisen perusteet. Espoo: Metrologian neuvottelukunta ja Mittatekniikan keskus.
- Honkajoki Oy. 2018. Vastuullisuusraportti. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.4.2020]. Saatavana: https://www.honkajokioy.fi/wp-content/uploads/2019/06/Honkajoki_vastuullisuusraportti2018_web.pdf
- Hyppänen, R. 2013. Esimiesosaaminen: Liiketoiminnan menestystekijä. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Hägg, M. 2016. Validoinnin suunnittelun opas. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.
- Joki, M. 2018. Henkilöstöasiantuntijan käsikirja. 6. uud. p. Vantaa: Hansaprint Oy.
- Juusela V. 2020. Honkajoki Oy: Yhteenveto jätevesitarkkailusta vuonna 2019. KVVY Tutkimus Oy. Tutkimusraportti nro. 250/19.
- L. 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki.
- Lab Quality. Ei päiväystä. Validointi ja verifiointi. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 19.4.2020]. Saatavana: https://www.labquality.fi/vieritestisuositus/luotettava_vieritesti/validointi_verifiointi/
- Lahtinen, P. 2020. Perehdyttämisen ohjeistus. Honkajoki Oy.
- Metcalf, L. & Eddy, H.P. 2014. Wastewater engineering: Treatment and resource recovery. 5. uud. p. New York: McCraw-Hill Education.
- Työturvallisuuskeskus. 2013. Perehdyttäminen ja työnopastus – Ennakoivaa työsuojelua. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 26.4.2020]. Saatavana:

https://ttk.fi/koulutus_ ja_ kehittaminen/julkaisut/digijulkaisut/perehdyttaminen_ ja_ tyonopastus_ -_ ennakoivaa_ tyosuojelua

LIITTEET

Liite 1. Laboratorionäytteiden analyysiohjeet

Liite 2. Jäteveden näytteenoton ohjeet

Liite 3. Aikaisemmat työohjeet osa 1

Liite 4. Aikaisemmat työohjeet osa 2

Liite 5. Laboratorioanalyysien tulosten merkitsemiseen tarkoitettu lomake

